

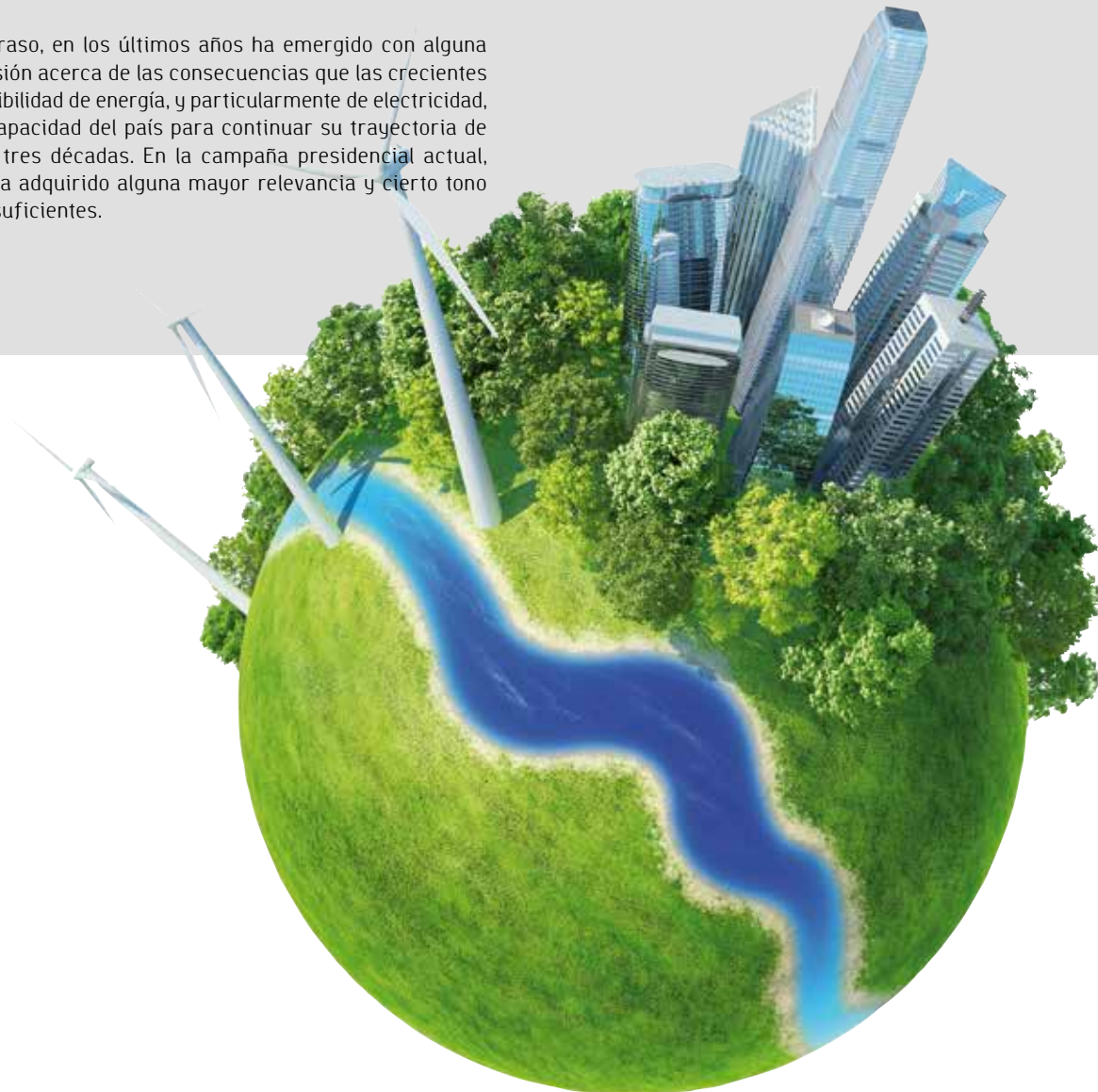
Los grandes desafíos para que Chile logre satisfacer sus

Necesidades Energéticas Futuras

Aunque con evidente retraso, en los últimos años ha emergido con alguna fuerza en Chile la discusión acerca de las consecuencias que las crecientes restricciones a la disponibilidad de energía, y particularmente de electricidad, puedan provocar sobre la capacidad del país para continuar su trayectoria de crecimiento de las últimas tres décadas. En la campaña presidencial actual, afortunadamente, el tema ha adquirido alguna mayor relevancia y cierto tono de urgencia, aunque aún insuficientes.



EUGENIO FIGUEROA B.
*Profesor Departamento de Economía, FEN
Universidad de Chile
efiguero@fen.uchile.cl*



El tema es en verdad crucial para el futuro del país y de los chilenos; toda vez que, como lo demuestran investigaciones recientes, por una parte, la disponibilidad y el uso de energía constituye un determinante crucial del crecimiento económico; y, por otra parte, el producto per cápita sigue siendo considerado, todavía, como 'la' variable clave que determina el bienestar humano en las economías modernas (a pesar de la cada vez mayor evidencia que indica la escasa validez de este criterio).

Las restricciones a la disponibilidad de energía en el país han ido en aumento en las últimas dos décadas debido a la creciente dificultad que los nuevos proyectos energéticos han encontrado para, en primer lugar, obtener los permisos ambientales para su desarrollo y, para finalmente, construirse y ser puestos en funcionamiento. Las mayores dificultades provienen de la oposición ciudadana a los impactos ambientales de los proyectos propuestos, como grandes centrales hidroeléctricas, nuevas plantas de generación térmica que queman combustibles fósiles y/o la construcción de las concomitantes líneas de alta tensión para la transmisión de la energía generada hasta sus lugares de uso final.

Oposición a los proyectos energéticos

Esta creciente oposición ciudadana tiene explicación en al menos dos razones. La primera de ellas es la mayor valoración relativa que el medio ambiente adquiere para las personas a medida que ellas alcanzan mayores niveles de ingreso y gozan entonces del consumo de mayor cantidad de bienes que satisfacen sus necesidades básicas, así como otras necesidades menos directamente relacionadas a la pura subsistencia. La segunda razón puede ser la creciente percepción ciudadana de la histórica y enorme desigualdad en la distribución de la riqueza y los ingresos que persiste en el país, y que el mismo crecimiento económico de los últimos treinta años ha hecho más patente al aumentar su visibilidad. Así, la percepción ciudadana de que los beneficios de proyectos energéticos terminan final y mayoritariamente en los bolsillos de unos muy pocos, connacionales o extranjeros, que utilizan los recursos naturales y ambientales propiedad de todos los chilenos, pero que les han sido graciosamente concedidos por un sistema político capturado por el poder económico de esos mismos muy pocos. Esta percepción parece haber hecho más consciente al chileno medio de la necesidad de exigir que sus intereses sean tomados en cuentas en las decisiones que los afectan y determinan su propio bienestar. La creciente judicialización de las controversias por los permisos ambientales para realizar los proyectos energéticos parece reflejar el uso por parte de la ciudadanía del último recurso disponible en la legalidad vigente para resguardar sus intereses y derechos, continuamente vulnerados por un sistema político y burocrático que no cumple su obligación, moral y legal, de velar por el bien común, única justificación de su razón de ser.

Las restricciones a la disponibilidad de energía en el país han ido en aumento en las últimas dos décadas debido a la creciente dificultad que los nuevos proyectos energéticos han encontrado para obtener los permisos ambientales para su desarrollo.

Sustentabilidad futura

Los desafíos que esta situación señala para Chile obligan a responder la misma pregunta que el mundo todo se hace actualmente respecto de la evidente y creciente presión que las economías están ejerciendo sobre las fuentes de energía en dos aspectos centrales. Primero, en términos de tiempo; es decir, si el crecimiento económico será sostenible durante suficientes décadas como para que, dado el actual modelo de desarrollo escogido, los más de 850 millones de personas que aún sufren hambre en el mundo y los 2.800 millones de seres humanos que aún viven en condiciones de pobreza (con menos de USD 2/día) finalmente alcancen niveles de desarrollo que sean moralmente aceptables para una humanidad que exhibe los niveles tecnológicos y de opulencia de las economías ricas o medianamente ricas del presente siglo. Segundo, en términos ambientales; es decir, si en los próximos 50 o 100 años los impactos ambientales del actual modo de crecimiento económico y uso de la energía alterarán o no los sistemas naturales que hacen posible la vida en el planeta hasta tornar el ambiente de la Tierra incompatible con la subsistencia de la especie humana misma.

Perspectivas futuras

El conocimiento científico actualmente disponible permite afirmar, con un alto grado de certidumbre, que desde el punto de vista temporal el actual modelo de desarrollo, a pesar de las presiones sobre las fuentes de energía actualmente en uso, podrá seguir operando y generando un mayor producto per cápita para el habitante mundial promedio por algunas décadas más. Con ello, muy posiblemente la pobreza disminuirá considerablemente en el mundo.

Sin embargo, desafortunadamente, el conocimiento científico disponible permite asimismo asegurar, con un alto grado de certeza también, que el actual modo de desarrollo económico no es sustentable ambientalmente y pone gravemente en riesgo las posibilidades de la especie humana en el planeta en un horizonte temporal mucho más corto que lo que nos gustaría admitir: en lo que resta del presente siglo.

En lo que sigue se provee la evidencia que sustenta estas conclusiones, se analiza los desafíos que la actual situación energética presenta para Chile y se entrega algunas conclusiones y recomendaciones.

Disponibilidad Energética y Desarrollo Económico Futuro

Hasta hace poco, la relación existente entre energía y crecimiento económico no había sido estudiada mayormente. Esto tiene su origen en el estrechísimo foco con que la corriente principal de la ciencia económica inició la indagación teórica sobre los determinantes del crecimiento económico en los 1950s, y que se refleja en los primeros modelos propuestos para explicarlo, en los que la energía brillaba por su ausencia. En la segunda

mitad de los 1980s se comienza a ensanchar el foco analítico al agregarse al capital físico y el trabajo, el capital humano como variable explicativa del crecimiento económico. Y en los 1990s, se propone la llamada 'teoría de crecimiento endógeno' que incorpora otras variables, como investigación y desarrollo (I&D), difusión tecnológica, competencia imperfecta e inversión en educación endógenamente determinada, que reducen, pero no eliminan, la insuficiencia explicativa del modelo neoclásico de crecimiento.

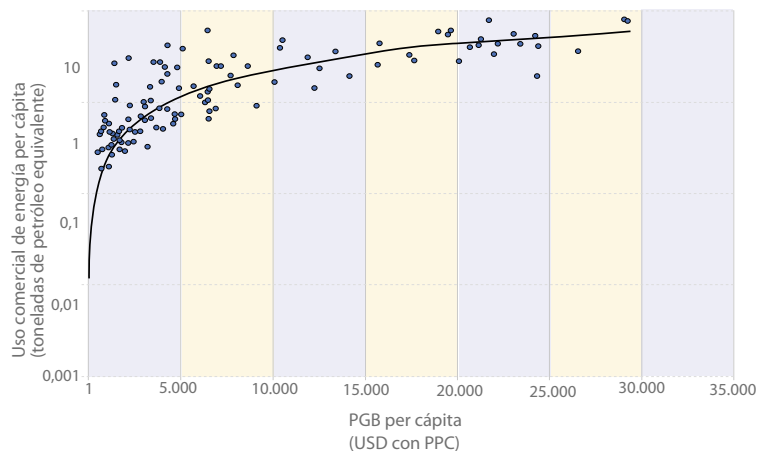
Hace ya siglos que la física demostró que la energía es absolutamente indispensable para la producción. Por tanto, la energía es un determinante crucial para el crecimiento económico; a pesar de lo cual, la corriente principal de la ciencia económica sigue sin prestar mayor atención al papel de la energía en el crecimiento económico. Esto, aunque trabajos recientes en economía de los recursos naturales y economía ecológica las vertientes modernas de la ciencia económica que se esfuerzan por incorporar en el análisis científico los determinantes naturales de, y las restricciones de largo plazo a, la actividad económica de los agentes individuales y la sociedad [™] han explicado teóricamente y encontrado evidencia empírica que demuestra que la energía es un determinante causal del crecimiento económico (la Figura 1 ilustra esta relación, aunque, obviamente, no prueba causalidad). Más aún, se ha mostrado que la disponibilidad de energía determina el crecimiento, y que la escasez de energía restringe severamente el crecimiento de la actividad económica; pero que, la abundancia de energía tiene, sin embargo, un efecto mucho más reducido sobre el crecimiento económico.

Los nexos entre el uso de energía y el desarrollo económico no son unívocos, como lo demuestra el análisis empírico de la experiencia y evolución histórica y reciente de las economías, tanto desarrolladas como en desarrollo. En efecto, la eficiencia energética [™] el monto de energía empleado para producir una unidad de producto económico [™] ha disminuido con el crecimiento económico de las economías desarrolladas, igual



Figura N° 1:

Relación entre consumo de energía e ingreso per cápita



Cuadro 1

Demanda mundial de energía y de electricidad, emisiones de CO2 relacionadas a la energía e intensidad energética; 1990-2040

	ENERGÍA DEMANDA					CAMBIO MEDIO ANUAL			CAMBIO			PARTICIPACIÓN		
	1990	2000	2010	2025	2040	2010 2025	2025 2040	2010 2040	2010 2025	2025 2040	2010 2040	2010	2025	2040
	(UK quadribillion BTUs ó miles de billones de BTUs)					(%)			(%)			(%)		
MUNDO	360	416	522	654	705	15	0,5	1	25	8	35	100	100	100
OECD	190	225	230	234	223	0,1	-0,3	-0,1	2	-5	-3	44	36	32
No OECD	170	190	292	420	482	2,5	0,9	1,7	44	15	65	56	64	68
África	17	22	29	44	61	2,7	2,2	2,4	49	15	65	6	7	9
Asia Pacífico	90	125	201	289	316	2,5	0,6	1,15	44	10	58	38	44	45
China	33	44	97	146	142	2,8	-0,2	1,3	51	-3	47	19	22	20
India	13	19	28	49	68	3,7	2,2	3	74	39	141	5	8	10
Europa	74	78	81	82	77	0	-0,4	-0,2	0	-6	-6	16	12	11
Unión Europea	68	72	73	72	66	-0,1	-0,5	-0,3	-2	-8	-10	14	11	9
Latinoamérica	15	20	26	36	45	2,1	1,5	1,8	37	26	73	5	5	6
Medio Oriente	11	18	30	43	63	2,4	1,4	1,9	44	22	76	6	7	7
Norteamérica	95	114	113	116	112	0,2	-0,3	0	3	-4	-1	22	18	16
Estados Unidos	81	96	94	94	89	0	-0,4	-0,2	0	-5	-6	18	14	13
Rusia/Caspio	58	38	42	45	43	0,4	-0,4	0	7	-5	1	8	7	6
MUNDO														
Energía Primaria	360	416	522	654	705	1,5	0,5	1	25	8	35	100	100	100
Petróleo	137	158	178	208	223	1,1	0,5	0,8	17	7	25	34	32	32
Gas	72	89	115	160	189	2,2	1,1	1,7	39	18	65	22	24	27
Carbón	86	90	134	156	131	1	-1,2	-0,1	17	-16	-2	26	24	19
Nuclear	21	27	29	41	59	2,4	2,5	2,4	42	45	106	5	6	8
Biomasa/Residuos	36	41	49	55	55	0,8	0	0,4	13	0	14	9	8	8
Hídrica	7	9	12	16	19	2,3	1,1	1,7	40	18	66	2	2	3
Otras Renovables	1	3	7	18	29	6,4	3,3	4,8	152	63	311	1	3	4
Demanda de Electricidad (terawatts hora)														
MUNDO	10.149	13.175	18.332	27.490	34.198	2,7	1,5	2,1	50	24	87	100	100	100
OECD	6.657	8.603	9.578	11.237	12.154	1,1	0,5	0,8	17	8	27	52	41	36
No OECD	3.492	4.572	8.754	16.254	22.044	4,2	2,1	3,1	86	36	152	48	59	64
Emisiones CO2 Relacionadas con la Energía (miles de millones de toneladas)														
MUNDO	21,3	23,6	30,5	36,7	36,3	1,2	-0,1	0,6	-2,0	-1	19	100	100	100
OECD	11,3	12,8	12,8	11,9	9,9	-0,5	-1,2	-0,8	-7	-17	-22	42	32	27
No OECD	10,0	10,7	17,7	24,8	26,3	2,3	0,4	1,3	40	6	49	58	68	73
Intensidad Energética (miles de BTUs/USD GDP)														
MUNDO	11,9	10,5	10,2	8,2	6,0	-1,5	-2,1	-1,8	-20	-27	-42			
OECD	7,6	7,0	6,1	4,6	3,3	-2,0	-2,2	-2,1	-26	-28	-47			
No OECD	31,1	25,8	21,7	14,9	9,8	-2,5	-2,8	-2,6	-31	-35	-55			

Nota Quad BTU=10²⁵ BTU= 1.05505585 x 10²⁵ joules = 1,055 (exajoules) = 33,434 Wa (gigawatt-año) = 293.083 millones kWh(kiloWatt-hora) = 8.007 millones de US galones de gasolina = 36 millones ton de carbón = 25,2 millones ton petróleo = 252 millones ton de TNT (o 5 veces el poder de la más poderosa bomba detonada por el hombre, la Bomba del Zar detonada por la URSS el 30 de octubre de 1961) = 13,3 ton de Uranio-235
Fuente: ExxonMobil (2013); The Outlook for Energy: A View to 2040



fenómeno que se evidencia en algunas economías en desarrollo (ver último panel del Cuadro 1). Los principales determinantes de esta tendencia son el cambio tecnológico; el reemplazo de combustibles de menor calidad a otros de mejor calidad™ como la transición desde el carbón al petróleo primeramente y al gas natural después (ver Figura 2); y el cambio que experimenta la estructura de las economías a lo largo del desarrollo económico™ desde una base inicial prioritariamente agrícola, pasando por una fase de industrialización hasta llegar a la fase terciaria con predominio del sector servicios.

La relación entre energía y crecimiento económico adquiere para Chile creciente relevancia hoy día frente a las dificultades de los últimos años para desarrollar proyectos energéticos en el país. En efecto, como se puede apreciar en la Figura 3, desde mediados de los años 1980s, la economía del país ha crecido continuamente, mostrando un crecimiento anual promedio de 5,5%. Esto significó un aumento del 4% por año en el ingreso per cápita de los chilenos para el mismo período, y una disminución de la pobreza total (pobreza más indigencia) desde 45,1% en 1987 a 14,4% en el 2011, lo que representa una reducción de más de dos tercios (68,1%). Más aún, la pobreza extrema cayó de 27,7% en 1987 a 2,8% en 2011, un reducción del 90% (ver Figura 4).

Los logros mencionados son, sin duda, impresionantes, y el país ha sido internacionalmente encomiado por ellos. Sin embargo, nuestra propias investigaciones de los últimos cuatro años en el Departamento de Economía de la Universidad de Chile han levantado dudas justificadas sobre la sostenibilidad de largo plazo de la capacidad de crecimiento exhibida por la economía chilena durante el último cuarto de siglo. Estas dudas surgen debido a la preocupante evidencia empírica existente sobre:

1. una muy alta concentración de la economía en sectores intensivos en recursos naturales e industrias ambientalmente sucias (López y Figueroa 2011);
2. una 'política industrial implícita' en la estructura tributaria del país que, por décadas,

La incapacidad demostrada por la economía en las últimas décadas para desarrollar las fuentes energéticas que necesita para su crecimiento es sólo un síntoma de un problema de inadecuación estructural más serio y que no ha sido debidamente abordado.

Figura N° 2:

Transición ocurrida y proyectada en el uso mundial de combustibles; 1800-2040

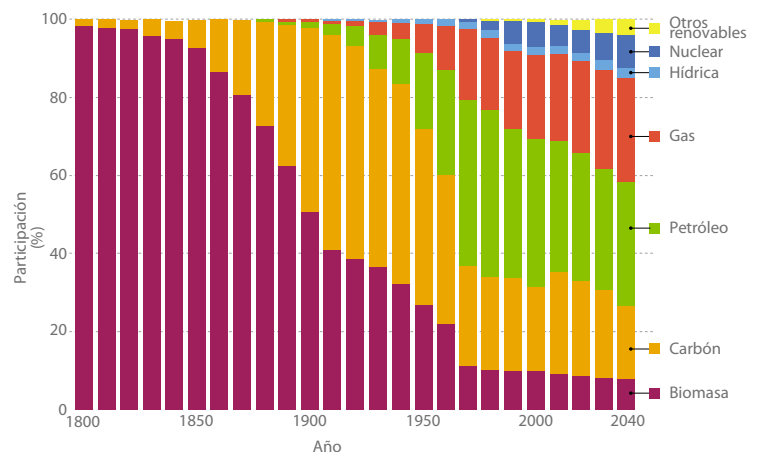
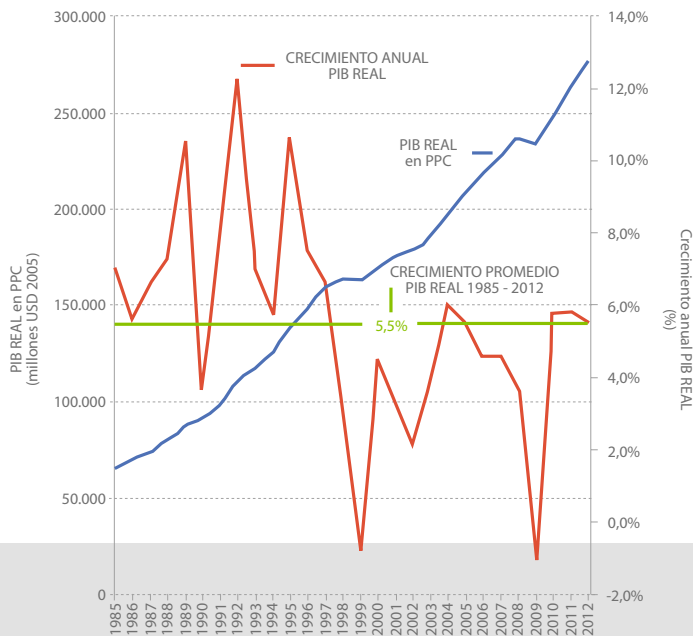


Figura N° 3:

Chile: PIB anual en PPC y tasa anual de crecimiento; 1985-2012



ha incentivado artificialmente la inversión en capital físico y, simultáneamente, ha desincentivado la inversión en capital humano (Figuroa, López y Gutiérrez 2013); 3. una significativa caída en la productividad total de factores de la economía ocurrida en los años recientes (ver Figura 5); 4. el aumento de los costos de producción, particularmente del costo de la energía, derivado principalmente de las dificultades de las últimas décadas para

implementar nuevos proyectos energéticos en el país, y que afecta a toda la economía, pero particularmente a sectores como la minería y la agricultura en los que se basa buena parte de la capacidad exportadora del país; y, 5. una persistente y altísima desigualdad en la distribución del ingreso y la riqueza que, según nuestras investigaciones, coloca a Chile como el país con la más desigual distribución entre los países para los que existen estudios similares, incluido los Estados Unidos de Norteamérica, ya que el 1% más rico de los chilenos se apropia de cerca de la tercera parte (entre 31% y 33%) del ingreso nacional, lo que, por diferentes vías, dificulta la inversión en capital humano y las mejoras de productividad en la economía (López y Figueroa 2013; López, Figueroa y Gutiérrez 2013).

Figura N° 5:

Chile: Crecimiento del PIB y de la Productividad (PTF); 1987-2011

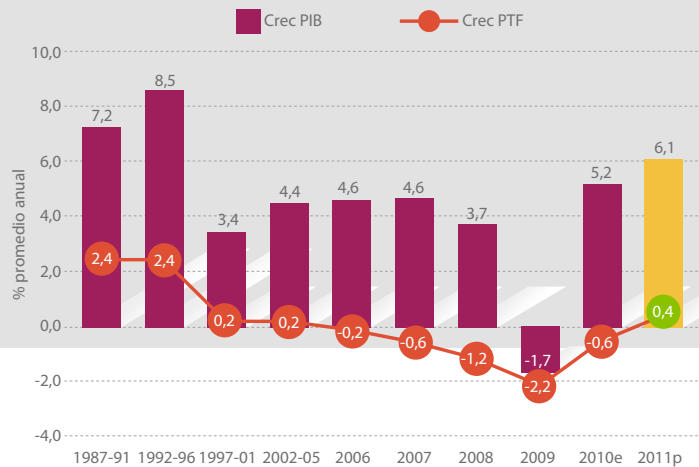
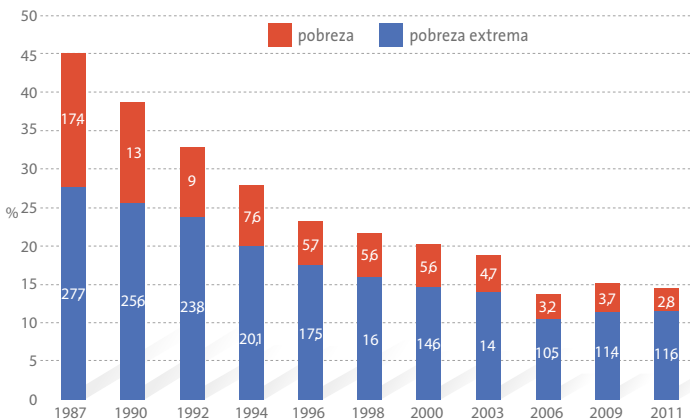


Figura N° 4:

Chile: Evolución de la pobreza y la pobreza extrema; 1987-2011



¿Cómo Asegurar el Despegue Definitivo?

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), Chile alcanzará el año 2016 la barrera de los USD 22.000 de ingreso anual per cápita (en paridad de poder de compra), con lo que llegaría a ser el primer país latinoamericano en entrar definitivamente a la liga de los países desarrollados. Así, para el 2030, se espera que el Producto Interno Bruto (PIB) se haya más que duplicado, hasta alcanzar alrededor de \$ 160 billones anuales, lo que requeriría que se duplique la actual capacidad instalada de generación eléctrica (ver Figura 6).

Sin embargo, nada garantiza que esto ocurra realmente, y la significativa inestabilidad actual de la economía mundial, así como la dificultad que ella ha mostrado para salir de la crisis financiera iniciada el 2008, levantan dudas sobre si nuestro país finalmente verá su despegue definitivo al desarrollo. Peor aún, como ya se ha mencionado, en la economía chilena aún persisten problemas estructurales que de no abordarse hacen peligrar las buenas posibilidades de crecimiento futuro, lo que, eventualmente, podría volver a convertir a nuestro país en un ‘caso de desarrollo frustrado’.

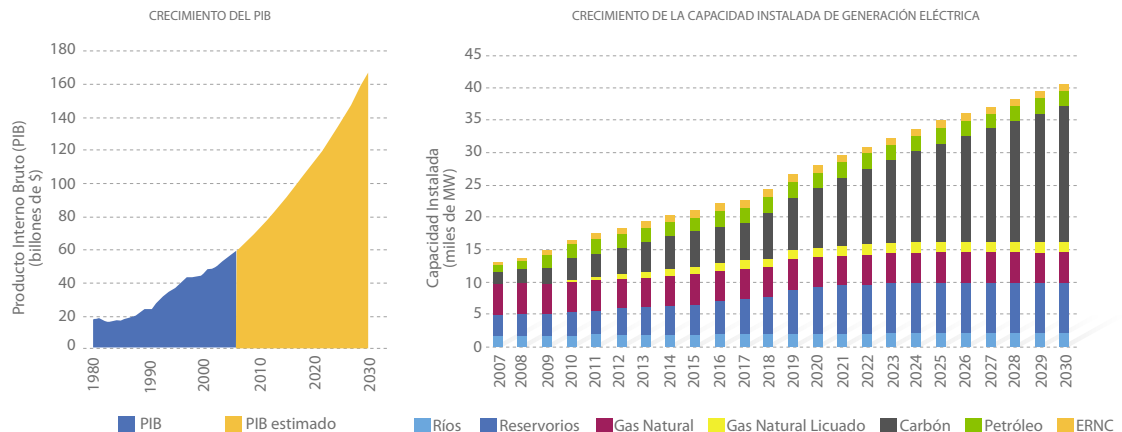
La incapacidad demostrada por la economía en las últimas décadas para desarrollar las fuentes energéticas que necesita para su crecimiento es sólo un síntoma de un problema de inadecuación estructural más serio y que no ha sido debidamente abordado. La sociedad y la economía chilena siguen exhibiendo una institucionalidad que es ‘excluyente’, en el sentido de Acemoglu y Robinson (2012) en su reciente libro “¿Por qué fracasan las naciones?” Es decir, una sociedad y una economía en que una elite privilegiada mantiene una gran concentración del poder económico y político que utiliza para su propio provecho, concentrando en sus manos una enorme proporción de la riqueza y el ingreso, en desmedro de las grandes mayorías, que son mantenidas en condiciones de marginación económica y ciudadana. Esto se ve reflejado, en la ya mencionada inequitativa distribución del ingreso, la que ha demostrado ser extraordinariamente resistente al cambio, y persiste históricamente debido a la captura del poder político por el altamente concentrado poder económico que, de esta manera, refuerza y mantiene las estructuras institucionales excluyentes. La escasa movilidad social es otro signo del mismo problema, y que es mantenida por una institucionalidad educacional discriminatoria y elitista que perpetúa el status quo. Esto se refleja en el deplorable resultado evidenciado por un estudio del Centro de Microdatos de nuestra Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, publicado en septiembre de este año, y que comprueba que hoy día, en pleno siglo 21, cerca de la mitad de la población adulta de Chile se encuentra en una situación de analfabetismo funcional en textos y documentos y/o en el área cuantitativa básica.



La excluyente institucionalidad social, política y económica de nuestro país se ve reflejada también, como lo demuestran estudios recientes nuestros, por la gran concentración de la economía nacional en sectores intensivos en recursos naturales y medio ambiente. Esta especialización de la economía chilena en sectores como la minería, la pesca, la agricultura, la acuicultura, la industria forestal, e industrias degradadoras del medio ambiente, es artificialmente promovida por una ‘política industrial implícita’ en la estructura tributaria del país.

Figura N° 6:

Chile: Estimaciones del Crecimiento del PIB y de la Capacidad Instalada de Generación Eléctrica al año 2030



Esta estructura tributaria hace artificialmente más rentable invertir en estos sectores y desincentiva la inversión en capital humano. El sector de energía no está exento del efecto de esta 'política industrial implícita', que en este caso específico tiende a favorecer a una pequeña elite que concentra en sus manos los derechos del recurso agua, o que tiene capacidades para implementar grandes proyectos que queman combustibles fósiles y demandan enormes inversiones, y que además, 'compiten' en un cancha desnivelada a su favor respecto, por ejemplo, de las energías alternativas no convencionales cuyas externalidades sociales positivas de largo plazo nunca son tomadas en cuenta por lo mecanismos de decisión política y burocrática capturados por esas mismas elites.

Peor aún, en otro estudio nuestro hemos demostrado que la política tributaria del país, por ser 'insuficiente', 'ineficiente' e 'inequitativa' y, al mismo tiempo, contener la 'política industrial implícita' y distorsionadora ya comentada, contribuye a los problemas de estancamiento de la productividad exhibidos por la

Hace ya siglos que la física demostró que la energía es absolutamente indispensable para la producción. Por tanto, la energía es un determinante crucial para el crecimiento económico.

economía chilena en los últimos años y que, preocupantemente, podría reflejar una incapacidad estructural de crecimiento de largo plazo (Figueroa, López y Gutiérrez 2013).

El despegue definitivo al desarrollo dependerá entonces crucialmente de la capacidad que Chile muestre para superar sus actuales debilidades estructurales, de modo de romper sus estructuras excluyentes y avanzar hacia una estructura política y socioeconómica incluyente que permita incorporar a las grandes mayorías al proceso de aumento de su capital humano y, consecuentemente, de generación de productividad, para producir la competitividad necesaria para seguir creciendo sustentablemente; es decir, en el mediano y largo plazo y de manera ambientalmente respetuosa y amigable.

Sustentabilidad futura del sector energía

Respecto del sector energía, la sustentabilidad futura requerirá iniciar el tránsito hacia una estructura sociopolítica y económica más inclusiva, que permita construir grandes acuerdos nacionales respecto de qué entenderemos los chilenos como un desarrollo energético sustentable para nuestras generaciones y las que vendrán en el futuro. También deberán estos acuerdos consensuar cuál será la utilización de los recursos nacionales que promoveremos como socialmente adecuada, en términos de equidad y manejo inteligente del medio ambiente. Por último, los partidos políticos, y las burocracias parlamentarias y del aparato de gobierno, deberán traducir en leyes y reglamentaciones la voluntad ciudadana y, aplicarlas efectiva y eficientemente. Todo esto demandará, a su vez, más transparencia, mayor supervisión y fiscalización ciudadana del actuar político y gubernamental, y una aplicación oportuna e inflexible de los castigos que la legalidad disponga a los contraventores de las leyes.

El Sistema de Evaluación Ambiental deberá tener delimitados los criterios a aplicar, para lo cual deberá en el plazo más breve despacharse los reglamentos y normas ambientales pendientes, incorporándose en ellos las exigencias y estándares que permitan al país asegurar la sustentabilidad socialmente deseada para el mediano y largo plazo. Los organismos de decisión política mandatados a dirimir las controversias deberán fallar justificadamente, con plena transparencia y difusión de los considerandos y criterios en que basen sus decisiones, de modo de posibilitar el monitoreo y la fiscalización ciudadana de las mismas.

Los recursos nacionales, como el agua, la luz solar, los vientos, las corrientes marinas, etc., deben ser asignados a sus usos de mayor valor social, por mecanismos que, por una parte, posibiliten una revisión adecuada en el tiempo de la eficiencia con que se asigna cada recurso y, por otra parte, capturen las rentas económicas de propiedad de todos los chilenos, evitando su apropiación por elites privilegiadas. Deberá asimismo, promoverse la competencia en los mercados energéticos, de modo de romper los poderes de mercado de los monopolios y oligopolios existentes. Cuando la eficiencia amerite la operación de monopolios, la regulación debe ser efectiva de modo de garantizar soluciones de óptimo social.

Todo lo anterior implica más mercado y no menos mercado. Pero más mercado y más competencia hasta sus últimas consecuencias. Y no sólo hasta donde el mercado, funcionando a medias, permite el beneficio de las elites privilegiadas por el aprovechamiento de los poderes de mercado, las asimetrías de información, la apropiación de rentas económicas, la colusión y el deterioro gratuito de los recursos naturales y ambientales de propiedad de todos los chilenos.

Transparencia: un insumo indispensable

En un estudio reciente demostramos la importancia de la transparencia para alcanzar los óptimos sociales. Analizamos cuál podría ser la matriz eléctrica ideal para Chile en el año 2030. Para ello, utilizamos una metodología de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) que permitiera evaluar la visión de los expertos, cuando ellos eran consultados de manera personal, e independiente de las presiones de los grupos de interés y económicos que en un mercado tan pequeño como el chileno son generalmente importantes. Para ello, se diseñó una encuesta que se aplicó a un panel de 60 expertos, elegidos aleatoriamente y divididos en 20 especialistas del área energía, 20 del área económica y 20 del área ambiental. A estos expertos se les consultó cuál debería ser la matriz eléctrica que Chile tuviese el año 2030, considerando como objetivo el desarrollo sustentable; es decir, que minimice los impactos ambientales negativos, maximice el beneficio económico y maximice el bienestar social. Cada uno de estos tres objetivos se descompuso en un grupo de criterios que se empleó para comparar en pares 5 posibles matrices eléctricas propuestas, utilizando conjuntamente un proceso analítico jerárquico y la metodología Delphi. Cada una de las cinco matrices evaluadas en esta EAE presenta una mezcla específica de distintos tipos de generación eléctrica y se caracteriza porque predomina en ella un tipo de fuente de generación distinta del de las cuatro matrices restantes (ver Cuadro 2 y Figura 6).

Para evaluar las alternativas y elegir la matriz óptima, los 60 expertos otorgaron una ponderación relativa de 47%, 22% y 31% a los objetivos sociales, económicos, y ambientales. Los criterios considerados más relevantes por los expertos ambientales fueron las emisiones atmosféricas de alcance local (20,8%), la destrucción de hábitat (15,5%) y la generación de residuos peligrosos (13,9%). Los criterios específicos considerados más relevantes por los expertos económico-energéticos fueron

Cuadro 2

Alternativas de Matrices Eléctricas comparadas en la EAE

Matriz Eléctrica	TOTAL MW	% Hídrica	% Térmica	% ERNC	% Nuclear
HÍDRICA	33.245	51*	39	10	0
TÉRMICA	29.210	23	67	10	0
ERNC	33.024	20	49	31	0
NUCLEAR	30.184	35	40	10	15
No Innovar (BAU)	31.525	40*	50	10	0

*Incluye el desarrollo de los megaproyectos en Aysén

Fuente: CESUCC, Universidad de Chile (2011), "EAE Matriz Eléctrica Óptima de Chile al 2030".

Cuadro 3

Comparación entre las matrices de desarrollo eléctrico para Chile 2010-2030

Matriz	MATRIZ ÓPTIMA*	Panel Ambiental	Panel Económico	Panel Social
	(%)	(%)	(%)	(%)
Preferentemente ERNC	28,5	21,2	27,9	33,4
Preferentemente HÍDRICA	26,4	27,4	25,0	26,4
Incluye NUCLEAR	15,5	20,1	18,5	11,0
BAU o No Innovar	15,3	14,8	13,1	16,6
Preferentemente TÉRMICA	14,4	16,6	15,5	12,5

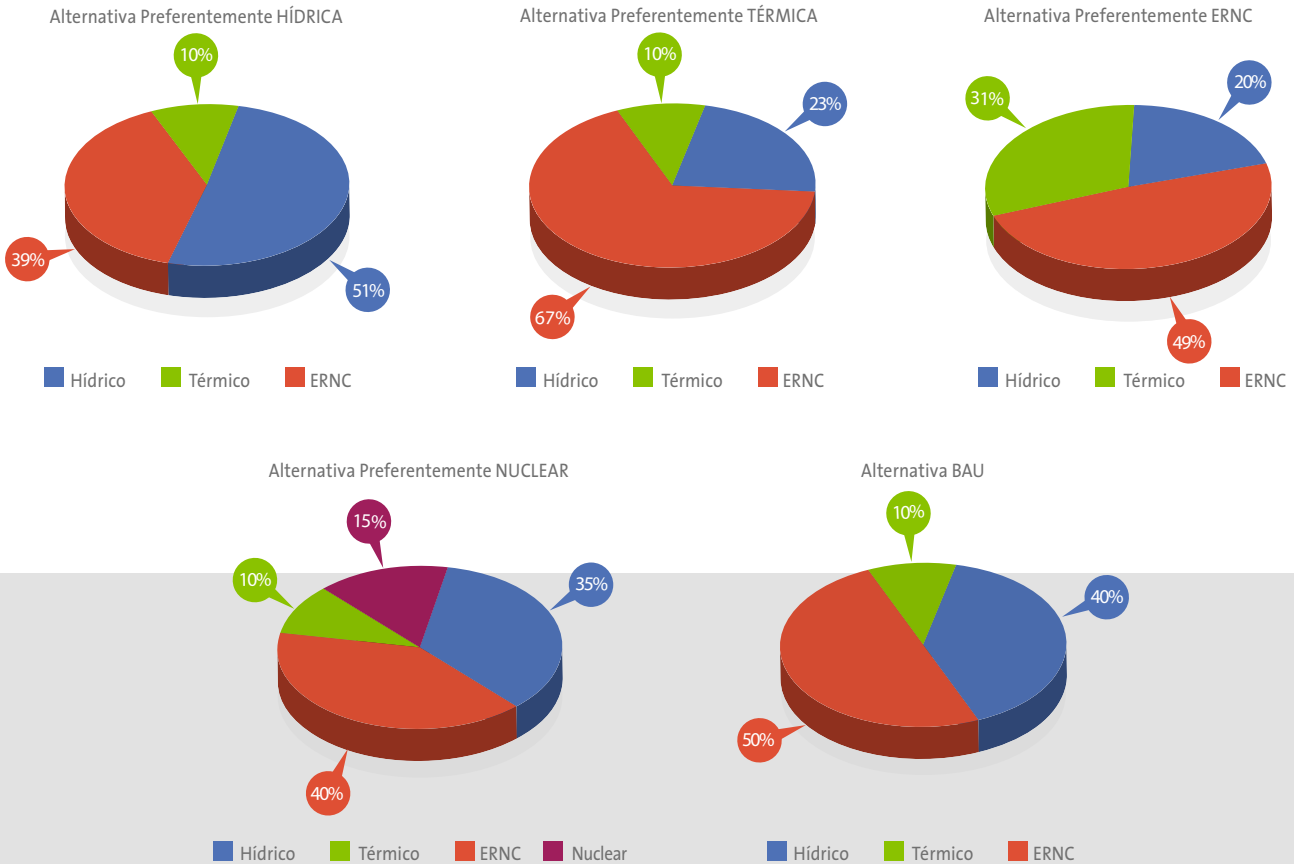
*Considera una ponderación de 22,1% del panel económico, 47,2 % del panel social y 30,7 % del panel ambiental.

la eficiencia económica (17,0%), la competencia (15,1%) y la seguridad, calidad y estabilidad del suministro (15,1%). Mientras que para los expertos del panel social los criterios específicos más importantes fueron la salud pública (32,4%), la seguridad (15,9%), y los efectos sobre las comunidades (13,7%). Por último, la salud pública es el criterio que tiene más peso relativo entre todos los criterios evaluados en la EAE, seguido por el efecto de las emisiones atmosféricas de alcance local.

El Cuadro 3 muestra los resultados de las preferencias obtenidos para las 5 matrices de desarrollo eléctrico evaluadas, obtenidas por cada subpanel de expertos, y la matriz óptima que resulta del peso ponderado del resultado de cada subpanel. La conclusión del panel de 60 expertos es que la Matriz Eléctrica Óptima para Chile al año 2030, considerados los objetivos específicos ambientales, económicos, y sociales del desarrollo, es la que incorpora un porcentaje importante (31%) de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). En esta matriz no se incluye el desarrollo de los megaproyectos localizados en Aysén, y ella es preferida a la matriz HÍDRICA fundamentalmente por la ponderación de los expertos económicos y sociales. A continuación y muy próxima de la matriz ERNC, se sitúa la Matriz preferentemente HÍDRICA, la cual sí considera el desarrollo de los megaproyectos localizados en Aysén. Desde el punto de vista de los impactos ambientales, esta matriz es preferida por los expertos ambientales a la Matriz ERNC, puesto que esta última incluye un porcentaje relevante (49%) de componente térmico.

Figura N° 7:

Chile: Cinco Posibles Matrices de Generación Eléctrica para el año 2030



Para evaluar las alternativas y elegir la matriz óptima, los 60 expertos otorgaron una ponderación relativa de 47%, 22% y 31% a los objetivos sociales, económicos, y ambientales.

La conclusión algo inesperada de este estudio parece indicar la importancia de analizar los problemas del desarrollo energético, económico y social futuros del país de manera rigurosa y transparente, de modo que las conclusiones obtenidas respondan a criterios y consideraciones técnicas y se alejen de las presiones ejercidas por los grupos de influencia por diferentes medios. En el caso de nuestro estudio esto se obtuvo a través de asegurar a los expertos el secreto de las respuestas individuales, garantizándoles así el resguardo necesario para opinar con total libertad personal y de acuerdo a su mejor saber y entender técnico.

La conclusión anterior es válida para los muchos estudios pendientes de realizar en el país respecto, por ejemplo, de un apolítica nacional de uso de los recursos naturales de propiedad de todos los chilenos, de una política energética nacional comprensiva, coherente y de largo horizonte, de las reformas a la estructura tributaria actual así como de los cambios de política requeridos para mejorar la distribución del ingreso y los problemas de inversión en capital humano, especialmente en educación y salud, que el país requiere con urgencia para no poner en riesgo sus actuales posibilidades de despegar definitivamente del subdesarrollo. Sin estas reformas, y si persisten las actuales estructuras sociopolíticas y económicas excluyentes que caracterizan al país, muy probablemente, otra vez más, Chile se quedará con una posibilidad no realizada. **E&A**